

Täystölkökuljettimen modernisointi

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Mekatroniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2017
Emmi Roininen

Mekatroniikan opinnäytetyö, 39 sivua, 3 liitesivua

Kevät 2017

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli modernisoida täystölkki kuljettimet Sinebrychoffille. Projekti koostui sähkösuunnittelusta, ohjelmoinnista ja käyttöönotosta. Työssä esitellään suunnittelutyön vaiheet ja tulokset sekä ohjelmat, joilla suunnittelu on toteutettu.

Modernisoinnin syynä oli käytössä olevan tekniikan vanhentuneisuus ja tästä johtuva varaosien saatavuuden hankaluus. Modernisoinnilla varmistetaan, että linjasto säilyy toimintakuntoisena tulevaisuudessakin. Projektiin kuului linjaston sähkökeskusten, kenttäkoteloiden, hätäseis-piirin ja käyttöliittymän uusiminen.

Taajuusmuuttajia keskukseseen sijoitettiin 30 kappaletta, joista käyttöön tuli 24 kappaletta. Taajuusmuuttajana käytettiin Danfoss FC302 -sarjan taajuusmuuttajaa. Logiikan ohjausyksiköksi valikoitui Siemensin 1500 – sarjan CPU. Ohjelmointityökaluksi määräytyi tämän perusteella Tia Portal v14. Käyttöliittymänä projektissa toimi 19 -tuumainen Siemensin Comfort Touch Panel.

Käyttöliittymä pyrittiin rakentamaan mahdollisimman helppokäyttöiseksi ja yksinkertaiseksi. Paneeliohjelmaa suunniteltaessa otettiin huomioon operaattorien näkemys paneelin käyttöominaisuuksista. Paneeliohjelmaan rakennettiin reseptiikka neljälle eri tuotteelle. Ohjelmassa käytettyjen parametrien muokkaus tehtiin mahdolliseksi ohjauspaneelilta käsin.

Bachelor's Thesis in mechatronics, 39 pages, 3 pages of appendices

Spring 2017

ABSTRACT

This thesis deals with electrical modernization of a can conveyor for Sinebrychoff. The project consisted of electrical planning, programming and commissioning. The thesis focuses on the planning work and the results of the project it also introduces the programs used.

The reason for this modernization was outdated technology and reduced spare part production. Modernization ensures that the conveyor will remain operational in the future. The project included modernization of the control cabinet, small field enclosures, emergency stop circuit and user interface.

A total of 30 frequency converters were installed in the control cabinet and 24 of them were active. The model of the frequency converters was Danfoss FC320. The central processing unit for the programmable logic controller was Siemens S7-1500 series controller. Programming was done with Tia Portal v14 program. Siemens 19 inches Comfort touch panel was chosen as the user interface.

The user interface should be user-friendly and simple to use. Operators' experience about the user interface, was considered while planning the program. The program is able to produce four different products. The values of the parameters can be modified from the control panel.

Key words: Cads Planner program, Tia Portal, conveyor, modernization

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	TOIMITTAJA JA ASIAKAS	3
2.1	Esys Oy	3
2.2	Sinebrychoff	4
3	MODERNISOINTI	5
3.1	Modernisoinnin syyt ja hyödyt	5
3.2	Modernisoinnin haasteet	6
4	PROSESSI	8
4.1	Toimintakuvaus	8
4.2	Automaattiajo	12
5	SÄHKÖSUUNNITTELU	13
5.1	Cads Planner 16 -ohjelmisto	13
5.2	Lähtötiedot	13
5.3	Hätäseis-piiri	15
5.4	Hajautettu I/O ja Profinet	15
5.5	Dokumentointi	17
5.5.1	Piirikaaviot	17
5.5.2	Kokoonpanokuvat	18
5.5.3	Luettelot	20
6	OHJELMOINTI	21
6.1	Tia Portal 14 -ohjelmisto	21
6.2	Tia Portal 14 -version kehitykset	21
6.3	Konfigurointi	23
6.4	Logiikka koodi	24
6.5	Käyttöliittymä	25
6.6	Paneeliohjelma	27
7	KÄYTTÖÖNOTTO	32
7.1	Käyttöönoton valmistelut	32
7.2	Käyttöönoton haasteet	33
7.3	Operaattorien koulutus	34
8	YHTEENVETO	35

LÄHTEET

37

LIITTEET

39

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena oli kuljetinlinjaston modernisoinnin suunnittelutyö Sinebrychoffille. Linjastolla kuljetetaan täysiä virvoitusjuomatölkkejä. Opinnäytetyö koostuu linjaston sähkösuunnittelusta, logiikkaohjelmoinnista ja käyttöönotosta. Modernisoinnin tavoitteet olivat seuraavat:

- linjaston ohjauskeskuksen uusinta
- kenttäkoteloiden uusinta
- ohjauskotelon uusinta
- hätäseis-painikkeiden ja niiden kaapeloinnin uusinta
- väylän muuttaminen profinet-väyläksi
- sähkösuunnitelmien laatiminen ja dokumentointi linjaston sähköistyksestä
- logiikkaohjelmointi Tia Portal -ohjelmalla
- paneeliohjelmointi Tia Portal -ohjelmalla
- linjaston sähköistäminen ja käyttöönotto tuotannon seisakin aikana
- käyttöohjeen laatiminen käyttöliittymän käytöstä ja operaattoreiden koulutus.

Lisäksi henkilökohtaisia tavoitteita minulle tämän projektin kohdalla oli oppia käyttämään Siemensin uusinta ohjelmointityökalua ja oppia hyödyntämään Esys -organisaation ammattiosaamista, laajan ja minulle haastavan projektin eri vaiheissa.

Linjaston tekniikka ja komponentit, joita vanhassa ohjauskeskuksessa oli käytetty, olivat tänä päivänä jo vanhanaikaisia ja siksi varaosien saaminen oli hankalaa ja kallista. Dokumentointi, joka linjaston sähköistyksestä ja ohjelmoinnista oli olemassa, oli vähäistä ja puutteellista. Ohjelmaa oli muokattu useaan kertaan alkuperäisestä eri ohjelmoitsijoiden toimesta, joten ohjelmaa oli hankala tulkita. Ohjelmointiin oli käytetty Siemensin Step 5 -ohjelmaa, joka ei tänä päivänä ole ohjelmoinnissa yleisesti käytetty. Näistä syistä linjaston modernisoinnin katsottiin olevan ajankohtainen.

Projektin toimilaitteisto koostuu 22 kuljettimesta, kahdesta puhaltimesta ja antureista. Linjaston alkupäässä sijaitsee täyttölaite, joka täyttää tyhjat tölkit halutulla tuotteella. Linjaston ensimmäinen kuljetin on synkronoitu noudattamaan samaa nopeutta kuin täyttölaite. Kuljettimia ohjailevat linjastolle sijoitetut anturit, jotka tarkkailevat linjastolla kulkevien tölkkien etenemistä ja ratojen ruuhkautumistilanteita. Mikäli anturit havaitsevat täyttölaitteen jälkeisten ratojen olevat täynnä, annetaan täyttölaitteelle käsky pysähtyä. Linjastolla tölkit kulkevat lämmittimen läpi, jonka tarkoituksena on poistaa tölkin pinnalle kertynyttä nestettä korroosion muodostumisen ehkäisyksi.

Lämmittimen jälkeen kuljettimet jakautuvat kahdeksi eri haaraksi. Kummallakin haaralla sijaitsevat tölkkien tarkastajat, jotka tarkastavat tölkkien laadun ja paineilmapuhaltimet, joilla puhalletaan tölkit kuivaksi. Paineilmapuhaltimien jälkeen linjastot yhdistyvät takaisin yhdeksi leveäksi linjaksi. Loppupään kuljettimet siirtävät kuivat ja tarkastetut tölkit pakattavaksi. Loppupään kuljettimia ohjaa pakkauslaitteelta tuleva signaali, jolla kerrotaan, milloin paukkauskone on valmis vastaanottamaan lisää tölkkejä pakattavaksi. Tölkit pakataan joko muoviseen tai pahviseen pakkaukseen. Pakkauksen materiaali määräytyy sen mukaan, kumpi pakkauslaite on ohjauspaneelilta valittu käyttöön.

Linjasto toimii täysin automaattisesti, eikä operaattoria normaalisti tarvita kuin linjan käynnistämisessä ja pysäyttämässä. Häiriötilanne indikoidaan operaattorille merkkivaloin, joita on sijoitettu kuljettimien läheisyyteen ja käyttöliittymään, sekä ohjauspaneelille ilmestyvillä vikailmoituksilla.

2 TOIMITTAJA JA ASIAKAS

2.1 Esys Oy

Projektin toimittajana toimi yritys nimeltä Esys Oy. Esys Oy on Hollolassa sijaitseva automaatiota teollisuuteen valmistava yritys. Yrityksen toiminta koostuu automaatiosuunnittelusta, sähkösuunnittelusta, keskusvalmistuksesta, sähköasennuksesta ja automaatioprojekteista. Esys Oy sai alkunsa vuonna 2003, kun entiset Elmont Oy:n työntekijät perustivat oman yrityksen. Alkuun yritys kantoi nimeä Electrosys Oy, mutta vaihdettiin Esys Oy:ksi pari vuotta myöhemmin. Elmont Oy:ltä siirtyi Electrosys Oy:lle sekä suunnittelijoita että asentajia. Näin yrityksen toiminta saatiin nopeasti käyntiin. Yritys perustettiin Hollolaan, jossa se sijaitsee edelleenkin. (Esys Oy 2017c.)

Liiketoiminnan alussa työntekijöitä yrityksessä oli noin kymmenen ja yrityksen liikevaihto oli noin miljoonan euron luokkaa vuositasolla. Tavoitteeksi asetettiin kasvattaa organisaatio noin kolmenkymmentä työntekijää työllistäväksi yritykseksi. (Esys Oy 2017c.)

Esys Oy työllistää nykypäivänä noin 35 työntekijää. Yhtiön liikevaihto on noin 9 - 10 miljoonaa euroa vuodessa. Tämänhetkinen organisaation koko ja rakenne on todettu toimivaksi, joten yrityksellä ei ole suunnitelmia työntekijämäärän kasvattamisen suhteen. Omistajuus jakautuu henkilöstölle ja Raute Oy:lle. Henkilöstö omistaa yli 80 prosenttia yrityksestä ja Raute omistaa alle 20 prosenttia. (Esys Oy 2017c.)

Yhtiö käy kauppaa maailmanlaajuisesti asiakkaidensa kautta. Esys Oy valmistaa automaatio-, ohjaus- ja moottorikeskuksia. Keskukset valmistetaan kokonaistoimituksena suunnittelusta käyttöönottoon tai kustannustehokkaasti sopimusvalmistuksena pitkäaikaisille asiakkaille. (Esys Oy 2017a.)

Yrityksen suunnitteluosasto vastaa sähkö- ja automaatiosuunnittelusta sekä ohjelmoinnista. Yrityksellä on vahva ja ajan tasalla oleva osaaminen teollisuuden eri alojen tuotantolinjojen automatisoinnista, joka

konkretisoituu pitkinä asiakassuhteina. Yrityksessä hallitaan nykyaikaiset ohjelmistotekniikan menetelmät, jotka vahvistavat laajaa suunnittelutyön sovelluspohjaa. (Esys Oy 2017b.)

Sähkösuunnittelussa yritys käyttää Kymdatan CADS-ohjelmistoa. Näin yritys varmistaa, että sillä on käytössä uusimmat ja tehokkaimmat suunnittelutyökalut sekä ohjelmat. (Esys Oy 2017b.)

2.2 Sinebrychoff

Projektin tilaajana toimii yritys nimeltä Sinebrychoff. Sinebrychoff on Suomen johtava panimo, joka aloitti panimotoimintansa Helsingin Hietalahdessa vuonna 1819. Keravalla yhtiö on toiminut vuodesta 1992. Sinebrychoff valmistaa kattavan määrän erilaisia oluita, siidereitä sekä virvoitus- ja energiajuomia. Sinebrychoff koostuu kahdesta yrityksestä, jotka kantavat nimiä Oy Sinebrychoff Ab ja Sinebrychoff Supply Company Oy. Näistä ensimmäiseksi mainittu vastaa juomien myynnistä sekä markkinoinnista ja jälkimmäinen hoitaa valmistuksen ja jakelun. Sinebrychoff työllistää noin 270 työntekijää ja vie juomiaan ympäri maailman noin 20 eri maahan. (Sinebrychoff 2017.)

3 MODERNISOINTI

3.1 Modernisoinnin syyt ja hyödyt

Käytettyjen ja käytössä olevien koneiden modernisointi on yleistä nykypäivänä. Kunnossapidolla tarkoitetaan koneen jatkuvaa tai määräaikaista huolehtimista koneen toimintakunnon ylläpitämiseksi sekä turvalaitteiden ja -järjestelmien toimivuuden varmistamista. Modernisointi eroaa kunnossapidosta monella tavalla. Modernisoinnilla tarkoitetaan käytetyn tai käytössä olevan koneen uusimista tavalla, jossa koneen rakennetta tai sähköistystä ja automaatiota muutetaan, tai kone varustetaan uusilla ominaisuuksilla tai lisälaitteilla. Modernisointiin johtavia syitä ovat seuraavat:

- tuottavuuden lisääminen
- tuotteen laadun parantaminen tai uuden tuotteen tuotannon vaativat muutokset
- kunnossapidon vaatimukset
- ympäristövaatimukset
- käytettävyyden parantaminen
- turvallisuuden parantaminen.

Koneen modernisointi pitää sisällään koneen kunnostamisen, osien vaihtamisen, lisälaitteiden asentamisen, toimintakyvyn parantamisen ja uusien turvalaitteiden asentamisen. Mikäli koneen muutokset ovat merkittäviä tai muutetulla koneella on uusi käyttötarkoitus, ei kyseessä ole enää modernisointi vaan uuden koneen valmistaminen. Uusi kone on suunniteltava kaikilta osin konedirektiivin mukaisesti. Valmistajan on varmistettava, että kone täyttää konedirektiivin turvallisuusvaatimukset sekä osoitettava koneen vaatimustenmukaisuus. Vasta tämän jälkeen kone voidaan luovuttaa käyttöön otettavaksi. (Sundquist 2010, 4.)

Modernisoinnin hyödyt voivat olla välittömästi laskettavissa, jolloin modernisoinnilla on vaikutuksia suoraan tuotantoon, tai ne voivat olla välillisiä, jolloin modernisoinnin vaikutukset kohdistuvat tuotteeseen tai

tuotantovälineeseen. Mekaniikka ja prosessi ovat tuotantotehokkuuteen vaikuttavampia tekijöitä kuin automaatio, joten automaation modernisointi ei tarkoita välitöntä vaikutusta tuotantotehokkuuteen. Automaation modernisoinnin voidaan kuitenkin usein parantaa tuotantokapasiteettia, viallisten tuotteiden määrän vähentymisellä modernisoinnin myötä. (Malm & Venho-Ahonen 2010, 8.)

Käytettävyyden parantuminen on merkittävä modernisoinnin aiheuttama vaikutus. Mikäli modernisointi on laaja ja useita koneita modernisoidaan käyttöliittymältään samanlaisiksi, lisääntyy koneiden käytettävyyden lisäksi työntekijän tehokkuus, sillä käyttäjä kykenee käyttämään useita käyttöliittymältään yhteneväisiä koneita. Koneiden muunneltavuus on myös yleinen modernisoinnin syy. Koneiden halutaan olevan helposti sopeutuvaisia mahdollisiin uusien tuotteiden tai uusien ajotapojen lisäämiseen tuotantoon. Myös diagnostiikan paraneminen on modernisoinnin hyvin todennäköinen seuraus. Viat saadaan paikallistettua tehokkaammin diagnostiikan avulla, mikä helpottaa kunnossapidon työtä. (Malm & Venho-Ahonen 2010, 8.)

3.2 Modernisoinnin haasteet

Uusien koneiden turvallisuusvaatimukset on esitetty koneasetuksessa. Modernisoinnin ja vanhojen koneiden osalta vaatimukset esitetään käyttöasetuksessa, joka on tulkinnanvaraisempi kuin koneasetus. Automaation modernisoinnilla voidaan vaikuttaa laajasti turvallisuuteen. Turvallisuutta parannetaan automatisoimalla vaarallisia työvaiheita sekä turvalaitteiden käytöllä. Automatisointi lisää myös riskejä, joista tavallisimmat liittyvät odottamattomaan käynnistykseen tai puutteellisiin turvallisuusteknisiin ratkaisuihin. Turvaratkaisut voivat jäädä puutteellisiksi, mikäli ne soveltuvat huonosti modernisoitavaan järjestelmään. (Malm 2013.)

Automaatiomodernisointeihin sisältyy useita turvallisuuteen liittyviä haasteita. Modernisoinnin aika on usein rajallinen, mikä saattaa rajata modernisoinnin laajuutta. Turvallisuusjärjestelmissä on syytä pyrkiä

uusimaan kokonaisuuksia. Tällä helpotetaan järjestelmän testaamista ja rajapintojen tarkastelua. Joitakin järjestelmiä joudutaan uusimaan tuotannon ollessa käynnissä. Tämä on turvallisuuden suhteen haastavaa, sillä turvallisuuden taso ja tilanne muuttuvat koko ajan. Vanhoissa järjestelmissä dokumentointi ei välttämättä ole ajantasainen. Järjestelmä saattaa sisältää toimintoja tai osia, joita ei dokumenteista ilmene. Modernisoinnissa saattaa tulla yllätyksenä, ettei uusittu järjestelmä olekaan sitä, mitä sen dokumentaation perusteella pitäisi olla. Suunniteltu turvajärjestelmä ei tällöin välttämättä vastaa järjestelmän vaatimaa turvallisuustasoa. (Malm & Venho-Ahonen 2010, 25.)

Modernisoinnin aikana tuotteeseen tai laitteeseen syntyviä vikoja voi olla vaikea paikantaa. Vian prosessin ollessa käynnissä saattaa aiheuttaa merkittävän turvallisuusriskin. Usein modernisoinnin ajaksi joudutaan rakentamaan poikkeuskulkureittejä tai muita tilapäisjärjestelyjä. Erityisesti ahtaissa paikoissa tämä saattaa muodostua haasteeksi. Modernisoinnin takia käytössä olevista poikkeusjärjestelyistä tiedottaminen saattaa myös olla haastavaa. (Malm 2013.)

4 PROSESSI

4.1 Toimintakuvaus

Opinnäytetyönä oli täystölkki kuljettimien sähköjen uusinta Sinebrychoffille. Linjasto oli toimiva, mutta tekniikka oli vanhentunutta, ja näin ollen varaosien saanti oli hankalaa. Dokumentointi oli myös puutteellista, joten näistä syistä modernisointi oli ajankohtainen. Kuljettimia ohjaavat sähkökeskukset, kenttäkotelot sekä ohjauspaneelin kotelo uusittiin. Väylä vaihdettiin profibus-väylästä profinet-väyläksi. Kuvassa 1 kenttäkotelot on liitetty profinet-väylään testausta varten. Hätäseis-painikkeet vaihdettiin uusiin ja hätäseis-piiri johdotettiin uudestaan. Logiikka-ohjelma tehtiin uudestaan. Sähköasennukset ja käyttöönotto suoritettiin seisokin aikana, joka kesti yhteensä kaksi viikkoa.



KUVA 1. Kenttäkoteloiden testaus profinet-väylässä

Kuvassa 2 prosessin laitteet on esitetty prosessikaaviossa.

Täystölkkikuljettimien tarkoituksena on kuljettaa täydet tölkit täyttökoneelta pakkauslaitteelle. Kuljettimia tällä välillä on yhteensä 22 kappaletta.

Kuljettimet ovat eripituisia, erilevyisiä ja pyörivät eri nopeuksilla. Linjaston tarkoituksena on kerätä radat täyteen ja kuljettaa tölkkejä yhtenä

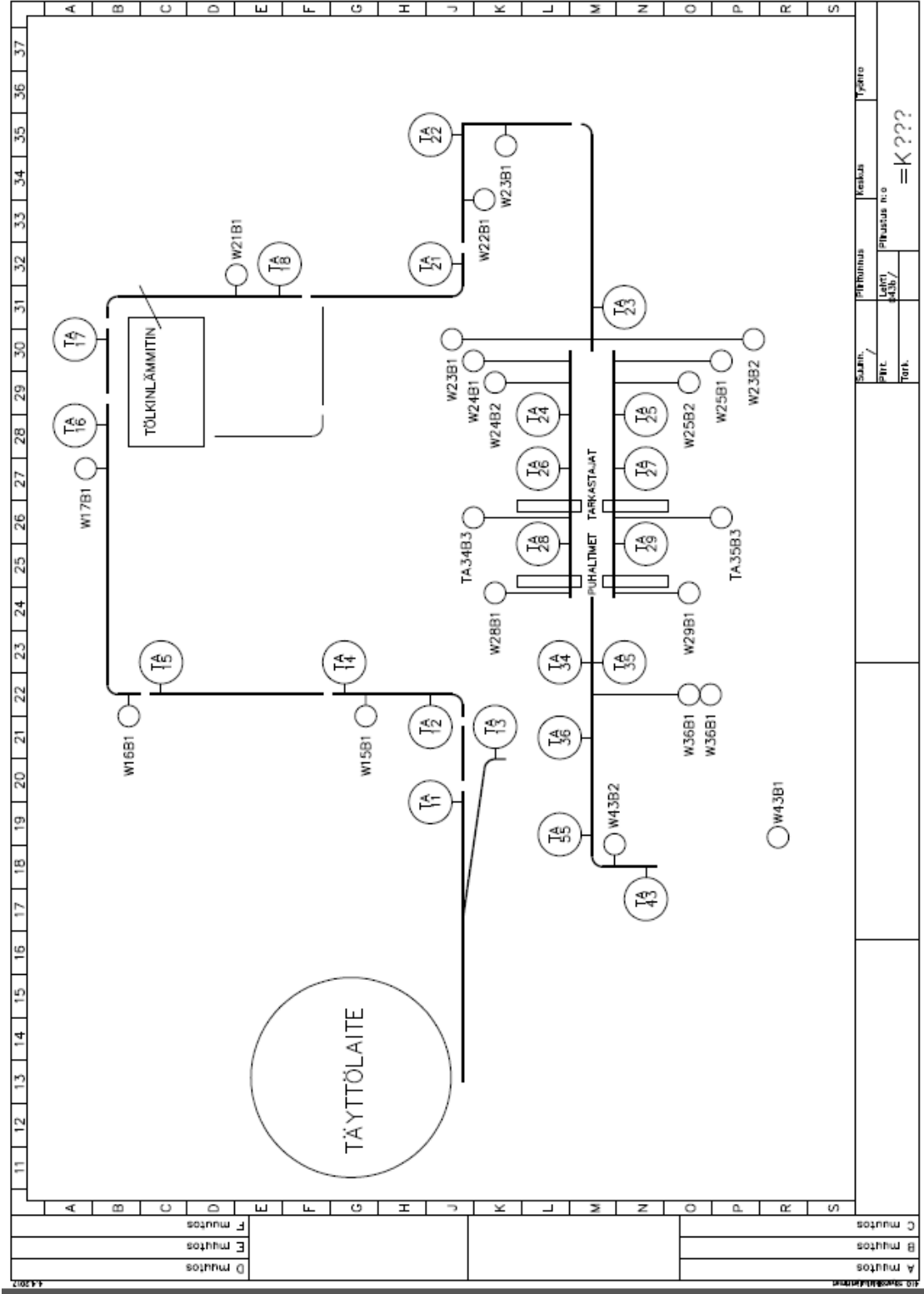
massana. Alkupään kuljettimella TA11, lähes heti täyttökoneen jälkeen, sijaitsee ensimmäinen tarkastaja, joka hylkää vialliset tölkit. Tämä tarkastaja tekee vain karkean tarkastuksen. Täyttökone on prosessin hitain laite ja täyttökoneen jälkeiset kuljettimet seuraavat täyttökoneen nopeutta. Seuraavat kuljettimet ennen tölkinlämmittintä ovat leveämpiä. Näillä kuljettimilla sijaitsee induktiivisia ja mekaanisia ruuhkarajoja, jotka tarkkailevat ratojen ruuhkautumista. Pääsääntöisesti kuljettimien jäljessä olevat anturit pysäyttävät edellä olevan kuljettimen huomatessaan ruuhkautumistilanteen. Ennen tölkinlämmittintä olevat anturit myös ohjailevat täyttökoneen nopeutta ja ratojen olleessa täynnä tölkkejä täyttökone pysäytetään.

Prosessissa tölkit voidaan ohjata kulkemaan tölkinlämmittimen läpi tai sen ohitse. Pääsääntöisesti tölkit kuitenkin ajetaan lämmittimen läpi. Tölkinlämmittimen tarkoituksena on poistaa kosteutta tölkkien pinnalta ja täten ehkäistä korroosion muodostumista. Tölkinlämmittimellä on muutama oma kuljetin, joita tölkinlämmittin ohjailee. Mikäli tölkinlämmittin valitaan pois käytöstä, ei ohjelma välitä tölkinlämmittimeltä tulevista kättelytiedoista, vaan ohjailee kuljettimia ainoastaan ruuhkarajojen antamien tietojen perusteella. Tölkit ohjataan kulkemaan tölkinlämmittimen ohi mekaanisella kaiteella kuljettimelle TA18.

Tölkinlämmittimen jälkeen on vielä muutama leveämpi kuljetin, ennen kuin kuljettimet jakaantuvat kahdeksi kapeammaksi haaraksi. Leveät radat pyritään pitämään ruuhkaantuneena. Näilläkin radoilla sijaitsee induktiivisia sekä mekaanisia ruuhkarajoja, jotka ohjailevat kuljettimia. Leveiden ratojen jälkeen kuljettimet jakaantuvat kahteen kapeaan haaraan. Haaroja on kaksi, sillä kummallakin haaralla sijaitsee konenäkö-tarkastaja. Tarkastajat tarkastavat, tölkki kerrallaan, tölkin sisältävän juoman määrän hyvin tarkasti. Yksi tarkastaja ei kykenisi tarkastamaan tölkkimäärää, joka täyttökoneelta kuljettimille syötetään, joten tarkastajia tarvitaan kaksi. Haarojen kapeimmissa kohdissa tölkit kulkevat yksitellen jonossa. Näiltä haaroilta tölkit pääsevät eteenpäin, vain ratojen ollessa riittävän täynnä tölkkejä. Tätä tarkkailevat radoille sijoitetut valokennot ja induktiiviset anturit. Anturit tarkkailevat myös mahdollista

tölkkien tukostilannetta, joka pysäyttää kuljettimet sillä puolella, jolla tukos havaitaan. Haaroilla sijaitsevat konenäkö tarkastajat hylkäävät vialliset tölkit ja ohjaavat ne hylkäyssäiliöihin. Säiliöiden täyttymistä tarkastellaan säiliöiden yläosassa olevilla valokennoilla, jotka aktivoituessaan pysäyttävät haaran kuljettimet, ja paneelilla ilmoitetaan säiliön olevan täynnä. Mikäli tarkastajalta ei havaita käynnissä signaalia, pysäytetään kyseisen tarkastajan puoleisen haaran kuljettimet. Myös tarkastajan kestopysäytys-signaali pysäyttää kuljettimet. Kestopysäytys-signaali on tosi silloin, kun tarkastaja on hylännyt useita tölkkejä peräjälkeen.

Tarkastajien jälkeen kuljettimilla sijaitsee tölkkien kuivaukseen tarvittavat puhaltimet. Tölkkien on tärkeää olla täysin kuivia ennen pakkaamista, jotta ne eivät ruostu pakkauksissaan. Mikäli puhaltimelta ei havaita käynnissä signaalia, pysäytetään kyseisen puhaltimen puoleisen haaran kuljettimet. Puhaltimien jälkeen kuljetin haarat yhtyvät taas yhdeksi radaksi. Jos puhaltimien jälkeiset radat täyttyvät tölkeistä lähes kokonaan, pysäyttävät radoilla olevat anturit W36B1 ja W36B1.1 haarojen kuljettimet, jotka tällöin alkavat täyttyä tölkeistä. Näiden kuljettimien ollessa täynnä pysähtyvät niitä edeltävät kuljettimet ja samalla periaatteella jatketaan täyttölaitteelle saakka. Näin saadaan tölkit kulkemaan yhtenä massana, jolloin kuljettimet eivät pyöri turhaan eivätkä tölkit kaatuile kuljettimilla. Kuljettimista viimeinen saa käynnistys käskynsä käyttöön valitulta pakkauslaitteelta. Pakkauslaitteita on kaksi erilaista, joista toinen pakkaa tölkit muoviseen pakkaukseen ja toinen pahviseen pakkaukseen. Pakkauslaitteet eivät voi olla käytössä samaan aikaan.



KUVA 2. Projektin prosessikaavio

4.2 Automaattiajo

Automaattiajo käynnistetään ohjauskotelolta käynnistys-painikkeesta. Haluttu tölkkikoko valitaan vääntökytkimestä. Valittavissa ovat koot 0,33 litraa, 0,4 litraa, 0,5 litraa ja 0,568 litraa. Pakkauskone, jolle tölkit ajetaan, valitaan myös vääntökytkimestä. Kuljettimet on jaettu kahteen alueeseen. Alkupään kuljettimet, kuljettimesta TA11 kuljettimeen TA23, kuuluvat alueeseen 1 ja loppupään kuljettimet alueeseen 2. Automaattiajo käynnistää ensin alueen 1 kuljettimet. Mikäli kaikki kuljettimet alueella yksi ovat automaattiajotilassa eikä aktiivisia hälytyksiä ole sekä tölkinlämmittimeltä on saatu tieto sen olevan valmis, mikäli tölkit ajetaan lämmittimen läpi, voidaan alueen 1 kuljettimet käynnistää. Ohjelma antaa äänimerkin kuljettimien käynnistymisen merkiksi ja kuljettimet käynnistyvät viiveellä. Äänimerkin ja käynnistysviiveen pituus on määriteltävissä ohjauspaneelilta. Alkupään radat täyttyvät sillä aikaa, kun kuivurit lämpenevät. Kun puhaltimet ilmoittavat olevansa valmiita sekä tarkastajat ovat päällä, käynnistyvät alueen 2 kuljettimet.

5 SÄHKÖSUUNNITTELU

5.1 Cads Planner 16 -ohjelmisto

Projektin sähkösuunnitteluosuudessa suunnittelutyökaluna oli käytössä Cads Planner 16 -ohjelmisto. Cads Electric on Suomen käytetyin ohjelmisto sähkö- ja automaatio-suunnittelussa. Se soveltuu rakennussähköistys-, teollisuussähkö- ja automaatio- ja keskusten layout-suunnitteluun sekä jakeluverkkojen suunnitteluun. (Cads Planner 2017a.)

CADS Electricin Piirikaaviot -sovellus ja DB-tietokantajärjestelmä muodostavat yhdessä työkalun erilaisten piiri- ja johdotuskaavioiden tuottamiseen ja projektikohtaiseen tiedonhallintaan. Näillä sovelluksilla mahdollistuu muun muassa sivujen hallinta, komponenttien sijoittaminen, johdotukset, viittaukset sekä raportointi. (Cads Planner 2017b.)

Sivujen automaattiset hallintatoiminnot sisältävät piirustus pohjien ja logojen automaattisen sijoittamisen ja hallinnan, sivujen kopiointi- ja poistotoiminnot, automaattisen numeroinnin ja jonotulostustoiminnot. Piirikaaviot -sovellus sisältää myös automaattisia toimintoja johdotusten piirtoon ja viittauksiin. Komponenttien sijoitukseen ja tunnusten hallintaan sovellus sisältää älykkäitä aputoimintoja. (Cads Planner 2017b.)

Tietokantaominaisuudet mahdollistavat useiden raporttien luonnin tietokantaan perustuen. Ohjelma luo itse raportit suoraan piirustuksista. Ohjelma luo automaattisesti myös kaapelikaavion, kilpiluettelon ja riviliittimien johdotus- ja ketjutuskuvat. (Cads Planner 2017b.)

5.2 Lähtötiedot

Projektin sähkösuunnittelu aloitettiin perehtymällä prosessin toimintaan paikan päällä, jolloin saatiin kerättyä tarvittavat lähtötiedot projektista. Sähkösuunnittelua varten oli vanhaa keskusta ja siltä lähteviä kaapeleita käytävä tutkimassa ja selvittämässä useaan otteeseen. Ohjelmointia

varten otin videokuvaa linjaston toiminnasta ja esitin paljon kysymyksiä linjaston toimintaan perehtyneille henkilöille.

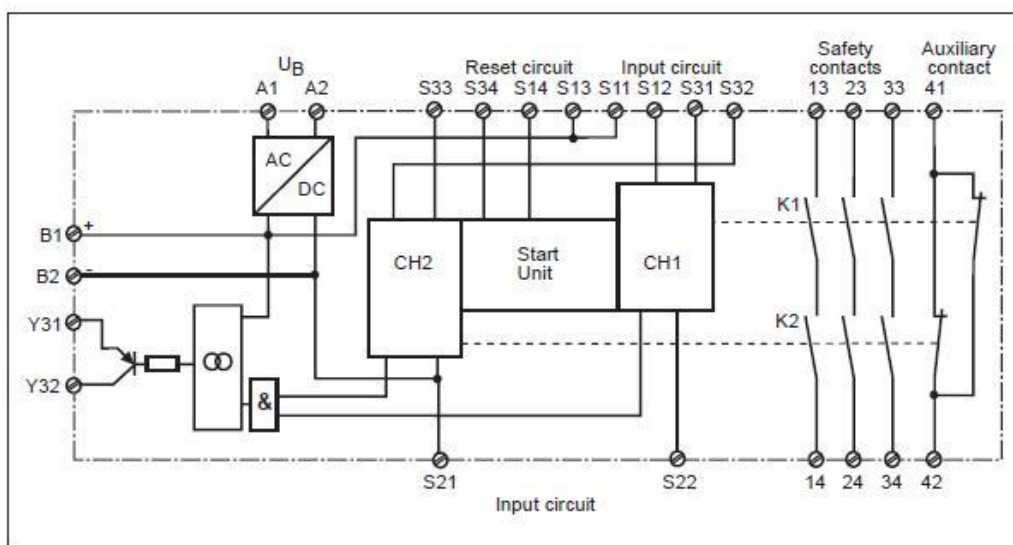
Tarvittavia tietoja projektin sähkösuunnitteluvaiheessa olivat keskusten fyysinen koko, kaapelien sisääntulo keskukseen, pääkytkimen virrankesto, kenttäkoteloiden määrä ja IP-luokitus, hätäseis-piirin turvaluokitus, toimilaitteiden määrät, moottoreiden tehot, antureiden kytkennät ja asiakkaan muut toiveet. Vanha sähkökeskus koostui viidestä 1200 mm leveästä kennosta. Kennoissa oli kuitenkin paljon turhaa tilaa, joten uusien keskuksien komponentit päädyttiin mahduttamaan neljään kennoon. Moottoreiden teho vaihteli 0,75 ja 2,2 kW:in välillä. Asiakkaan toiveesta taajuusmuuttajaksi valikoitui Danfoss FC302 -sarjan taajuusmuuttaja. Taajuusmuuttajat päädyttiin tilaamaan kaikki saman tehoisina sillä, kyseisellä taajuusmuuttajalla oli mahdollista ohjata jopa neljä kokoa pienempää moottoria. Näin varaosien saantia ja varastointia pystyttiin helpottamaan. Taajuusmuuttajia varattiin keskukseen 30 kappaletta, joista 24 kappaletta tuli käyttöön. Taajuusmuuttajilla ohjataan 22 kuljetinta, jotka kuljettavat tölkkejä ja kahta puhallinta, jotka sijaitsevat ennen täyttölaitetta.

Sähkökeskus sijaitsee tehtaassa niin, ettei sitä ollut mahdollista kuljettaa paikalleen yhdessä osassa. Tämän vuoksi keskus piti purkaa ja toimittaa paikalleen neljänä erillisenä osana. Näin ollen keskukseen ei asennettu virtakiskostoa, niin kuin muussa tapauksessa olisi tämän kokoluokan keskuksen kanssa toimittu. Koska johtimen pituus pääkytkimeltä moottorisuojakytkimelle saa olla enintään kolme metriä, jouduttiin keskuksen ensimmäiseen lohkoon sijoittamaan neljä kappaletta virrankestoltaan riittävän suuria moottorisuojakytkimiä, joilta jaettiin jännitteen syöttö muille lohkoille. Projektissa oli otettava myös huomioon moottorikaapeleiden pituus taajuusmuuttajia sijoittaessa, sillä moottorikaapeleita ei ollut tarvetta uusia.

5.3 Hätäseis-piiri

Turvareleenä projektissa käytettiin Pilzin pnoz X3 -relettä. Releen piirikaavio esitetään kuvassa 3. Releellä on kolme kahdennettua NO-kosketinta ja yksi NC-apukosketin. (Pilz 2017.)

Hätäseis-painikkeita sijoitettiin ohjauskoteloon yksi kappale ja kentälle kuljettimien läheisyyteen kahdeksan kappaletta. Hätäseis-piiri johdotettiin kahdennetusti ja jokaiselta hätäseis-painikkeelta tuotiin logiikalle tilatieto. Näin voidaan käyttöliittymässä ilmoittaa, missä kohtaa linjastoa sijaitsee painike, jonka painaminen on aiheuttanut hätäseis-releen toiminnan. Taajuusmuuttajat on varustettu turvatuloilla, joihin kytkettiin hätäseis-releen kautta kulkeva turvajännite, jonka katketessa taajuusmuuttaja estää moottorin pyörimisen.



KUVA 3. Hätäseis-releen piirikaavio (Pilz 2017.)

5.4 Hajautettu I/O ja Profinet

Väyläratkaisuksi valikoitui profinet-väylä. Kentälle sijoitettiin neljä kenttäkotelo, joihin kaikkiin asennettiin Siemensin ET 200SP - hajautusyksikkö. Näin saatiin vietyä lähtö- ja tulopiirit lähemmäs toimilaitteita ja säästettiin pitkiltä kaapelivedoilta, sillä keskuksen ja kotelon välille ei tarvitse asentaa kuin syöttö- ja väyläkaapeli. Myös

taajuusmuuttajat liitettiin profinet-väylään. Kuvassa 4 taajuusmuuttajat on kytketty profinet -väylään.

Profinet on teollisuuteen soveltuva ethernet-standardi. Profinetissä aikakriittiset toiminnot on tehty mahdollisiksi protokollalisäyksillä. Automaatioprosessin ohjauksessa ethernetin käyttö asettaa protokollalle lisävaateita. Automaatiossa tiedon pitää kulkea lähettäjän ja vastaanottajan välillä millisekunneissa. Datan pitää kulkea determinisesti ja olla mahdollisimman reaaliaikaista. Ethernetin suurin puute piilee siinä, että kehyksen siirtymistä lähettäjältä vastaanottajalle ei pystytä takaamaan määrättyssä ajassa. Tämä puute on korjattu profinet-standardissa. Profinet mahdollistaa ei-aikakriittisen TCP/IP-tiedon siirron lisäksi reaaliaikaisen ja syklisen tiedonsiirron samaan aikaan samassa väylässä ilman, että reaaliaikainen tiedonsiirto häiriintyy. Myös vaativiin liikkeenohjaussovelluksiin riittäviin, jopa alle yhden millisekunnin, vasteaikoihin päästään sillä, että reaaliaikaisesti tietoa on mahdollista siirtää myös tahdistetusti. Profinet pohjautuu Ethernet-protokollaan, joten myös langaton tiedonsiirto on mahdollista. Myös muut kenttäväylä järjestelmät, kuten profibus tai AS-i väylä voidaan liittää profinet-väylään tekemättä muutoksia olemassa oleviin laitteisiin. (Siemens 2017b.)



KUVA 4. Taajuusmuuttajat profinet-väylässä

Hajautetun I/O -aseman avulla saadaan vietyä tulo- ja lähtöpiirejä prosessiaseman luota lähemmäs toimilaitteita. Siemensin ET 200 -sarjasta löytyy hajautusasemia useisiin eri käyttötarkoituksiin. Mallistoon sisältyy logiikkaohjaimen sisältäviä, turvatekniikkaa tukevia sekä kosteudelta suojattuja malleja. Siemensin ET 200 -hajautusjärjestelmät voidaan kytkeä muihin automaatiolaitteisiin joko profinet- tai profibus-väylällä. ET 200 -sarjan hajautusjärjestelmiä on kahdenlaisia: suoraan kentälle asennettavia hajautusyksiköitä, joiden IP-luokitus on IP65 tai IP67, ja laitekaappeihin asennettavia yksiköitä, joiden IP-luokitus on IP20. Automaatio-ohjelmoinnin kannalta kaikki tuotteet ovat hyvin samanlaisia. (Siemens 2017a.)

5.5 Dokumentointi

Sähkösuunnitteluosiosta syntyy monia dokumentteja. Dokumentoinnista pyritään tekemään mahdollisimman kattava, jotta asennukset olisivat mahdollisimman helposti suoritettavissa. Itse sähkökuvien lisäksi tehdään myös keskuksen layout eli kokoonpanokuva sekä useita erilaisia luetteloita. Dokumenteista käy ilmi keskusten sisäiset- ja ulkoiset kytkennät. Dokumenteissa luetellaan myös kaikki keskusten sisältämät komponentit sekä kenttälaitteet ja asennustarvikkeet. Myös mahdolliset asennusohjeet lisätään sähködokumentointiin.

5.5.1 Piirikaaviot

Pääpiirikaaviossa on esitetty jännitteensyöttö, jännitteenjako keskuksen neljälle lohkolle ja moottoreiden ohjauskaaviot. Jännitteenjakoon käytettiin virtakiskoston sijasta moottorinsuojakytkimiä. Taajuusmuuttajat on jaettu kolmeen ryhmään, joille sijoitettiin ryhmäkohtaiset moottorinsuojakytkimet lohkoon 1. Tähän oli syynä se, että keskus purettiin neljään osaan kuljetusta varten. Pääkytkimen ja toimilaitteen etukojeen välisen johdotuksen pituus saa olla enintään kolme metriä. Jokaiselle taajuusmuuttajalle laitettiin oma etusulake. Pääpiirikaaviossa esitetään

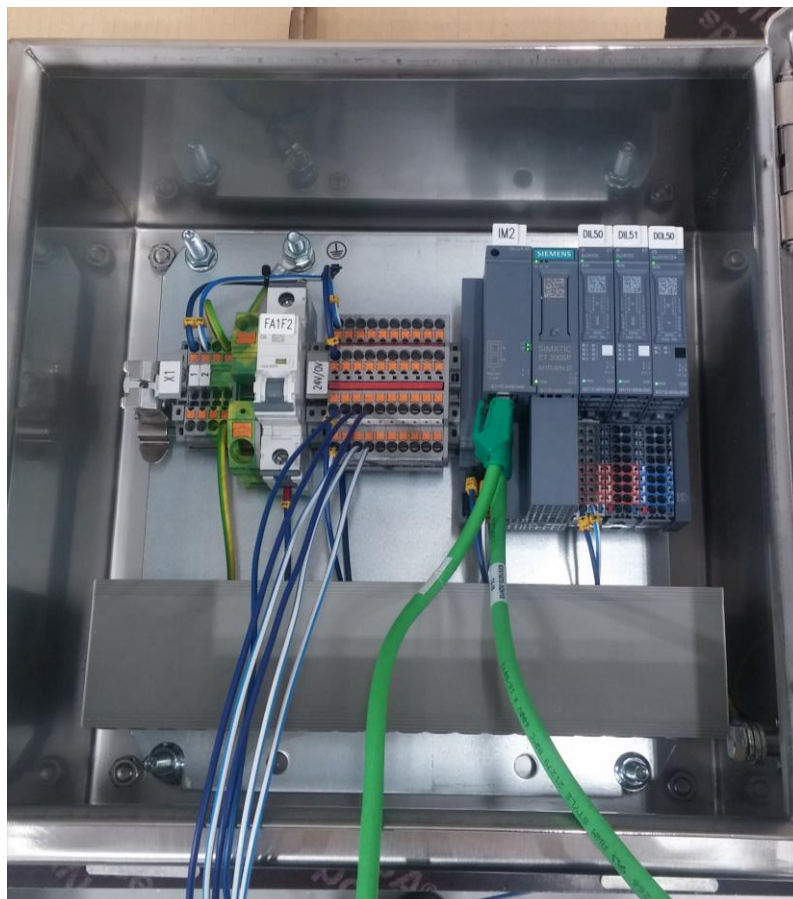
myös taajuusmuuttajan ohjauksen kytkennät. Tässä projektissa taajuusmuuttajat olivat väylä ohjattuja, joten johdotuksia tuli vähän.

Ohjauspiirikaaviossa on esitetty kaikki 24 VDC ja 230 VAC jännitesyötön vaativat komponentit ja keskuksen ulkopuoliset syötöt. Lisäksi hätäseis-piiri ja siihen kuuluvat laitteen esitetään ohjauspiirikaaviossa.

Väyläkaaviossa kuvataan kaikki väylään liitettävät laitteet. Väyläkaaviossa esitetään, missä järjestyksessä väyläkaapeli asennetaan kulkemaan laitteiden välillä.

5.5.2 Kokoonpanokuvat

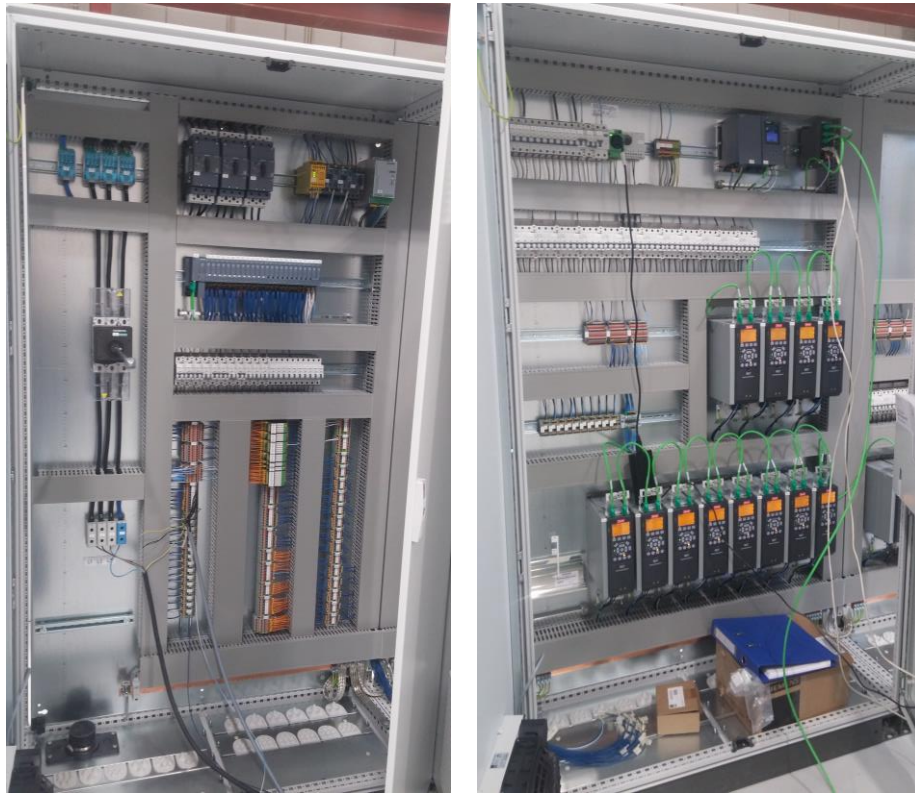
Kokoonpanokuvissa eli layout-kuvissa esitetään komponenttien ja kourujen sijoittelu keskukseen ja koteloihin. Kokoonpanokuvissa esitetään myös keskusten ja koteloiden kansi-, pohja- ja sivuprofiilit ja niihin sijoitettavat merkkivalot, painonapit, kytkimet, potentiometrit, laipat sekä muut läpiviennit. Myös kilvet ja niissä esiintyvät tekstit esitetään kokoonpanokuvissa. Kuvassa 5 on valmis kenttäkotelo testausvaiheessa.



KUVA 5. Kenttäkotelossa on hajautusyksikkö ET-200SP

Keskuksessa sijoitettiin jännitteenjakoon käytettävät komponentit sekä 24 VDC syötön vaativat laitteet lohkon 1. Taajuusmuuttajat jaettiin tasaisesti loppuihin kolmeen lohkon. 230 VAC syötön vaativat laitteet sekä Ethernet-kytkin sijoitettiin lohkon 2 yläosaan. Lohkot 1 ja 2 ovat esitetty kuvissa 6 ja 7. Jokaiseen lohkon sijoitettiin 24 VDC ohjausjännitteen riviliitinryhmä, taajuusmuuttajien johdottamisen helpottamiseksi, ja jotta kuljetuksen vuoksi purettavia johtimia olisi mahdollisimman vähän. Jokaiseen lohkon laitettiin oma suodatintuuletin ja suodatin riittävän jäähdytyksen takaamiseksi. Kaapelit keskuksiin tuotiin alakautta kalvoläpivientilaippojen kautta. Vanhojen moottorikaapeleiden käyttämisestä johtuen piti kokoonpanokuvaa suunniteltaessa ottaa huomioon kaapeleiden pituus taajuusmuuttajia sijoittaessa. Vanhasta keskuksesta uuteen sijoitettiin ratojenvoitelua hoitava hajautusyksikkö, johon liitettiin logiikan lähdoilla. Hajautusyksikkö oli liitetty ulkopuoliseen

profibus-väylään. Ratavoitelun hajautusyksikön paikka keskuksessa määräytyi sen väyläkaapelin pituuden mukaan.



KUVA 6 ja KUVA 7. Sähkökeskuksen lohkot 1 ja 2

5.5.3 Luettelot

Sähködokumentteihin sisältyy erilaisia luetteloita. Tärkein luetteloista on osaluettelo, jonka perusteella tilataan keskuksen valmistukseen tarvittavat osat ja komponentit. Osaluettelossa eritellään jokainen komponentti positiotunnuksen perusteella. Komponentista esitetään vähintään tyyppikoodi, valmistaja ja tilattavien tuotteiden määrä. Lisäksi luodaan kaapeliluettelo, jossa on listattu kaapelien tunnuksot, kaapelityypit, tiedot lähtö ja kohde sijainnista sekä mahdollisesti kaapelin pituus. Kaikki keskuksiin ja koteloihin tulevat kilvet listataan ja niistä ilmoitetaan koot, värit ja niihin tulevat tekstit ja symbolit.

6 OHJELMOINTI

6.1 Tia Portal 14 -ohjelmisto

Haasteita projektiin toi S7-1500 -sarjan PLC, jonka ohjelmointityökaluna käytetään Siemensin Tia portal -ohjelmistoa. Oma kokemukseni kyseisestä ohjelmasta oli vähäinen, joten jouduin käyttämään aikaa ohjelman käytön opetteluun.

Tia portal on Siemensin kehittämä ohjelmointityökalu. Lyhenne Tia tulee sanoista Totally Integrated Automation. Tia portalissa on yhdistetty logiikkaohjelmointiin soveltuva Simatic Step 7, käyttöliittymäsuunnitteluun soveltuva Simatic WinCC sekä taajuusmuuttajien ohjelmointiin tarkoitettu Sinamics StartDrive. (Siemens 2017e.)

6.2 Tia Portal 14 -version kehitykset

Tia portal 14 -version uusia ominaisuuksia ovat muun muassa energianhallinta sekä liikkeenohjausmahdollisuudet, pilviliitännät, "digitaalisen kaksosen" luominen, joka mahdollistaa virtuaalisen käyttöönoton sekä mallipohjaisten sovellusten käyttö. Kuvassa 12 ilmenee Tia portal 14 -version uudet optiot. (Siemens 2017f.)

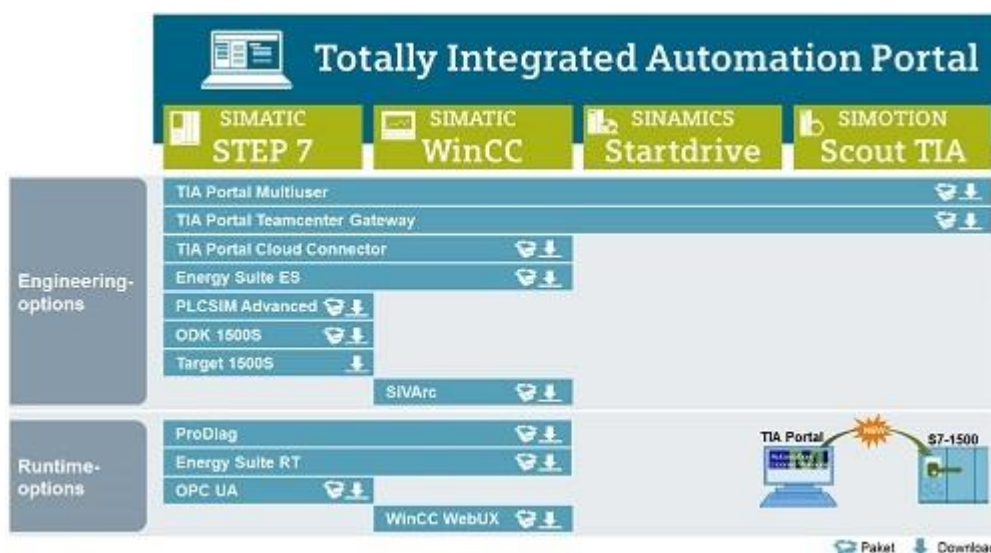
Tia portal Multiuser Engineeringin avulla on useamman käyttäjän mahdollista työstää samaa projektia samaan aikaan. Projektin hallinta on serverillä. Käyttäjät työskentelevät omilla istuinnoillaan, joihin tehdyt muutokset siirretään server-projektille, josta ne näkyvät myös muille käyttäjille. (Siemens 2017f.)

Teamcenter gateway on uusi tapa liittyä Teamcenter-tuotehallintaohjelmistoon. Teamcenter mahdollistaa mekaniikan, sähköön ja automaation tuotehallinnan sekä projektin ja globaalien-kirjastojen tallentamisen Teamcenter-ohjelmistoon. (Siemens 2017f.)

Simatic Energy Suiten avulla on mahdollista parametroida useita energiamittauksia. Versio 14 mahdollistaa myös 3VA -katkaisijoiden ja

7KM PAC -mittareiden parametroidin sekä UPC UA -toiminnot suoraan S7-1500-logiikalla, tämä helpottaa tehtaan liitännöitä esimerkiksi MES -järjestelmiin. Lyhenne MES- tulee sanoista Manufacturing Execution System. (Siemens 2017d.)

Simatic PLC SIM Advanced tarjoaa laajat simulointi mahdollisuudet. Edeltäjänä S/-PLC SIM -ohjelmistoon verrattuna PLC SIM Advancedilla on mahdollista liittyä muihin simulointiohjelmistoihin. Siinä on useita hajautettuja sovelluksia sekä Web server ja UA -rajapinta. (Siemens 2017f.)



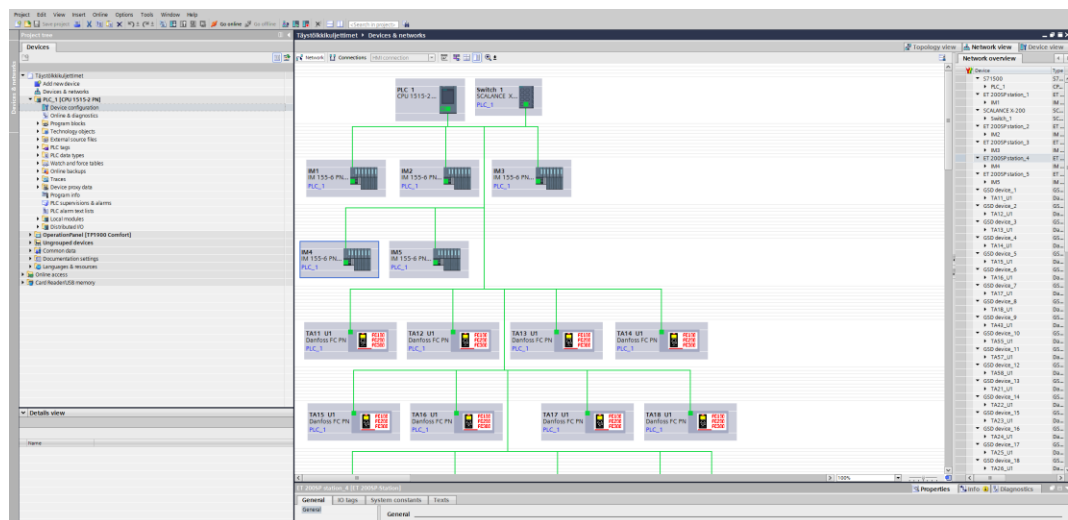
KUVA 8. TIA Portal V14:n uudet optiot (Siemens 2017f.)

Hälytysten hallintaan on lisäyksenä tullut Simatic ProDiag. Tämän ominaisuuksiin lukeutuu muun muassa keskitetty hälytysten aikaleimaus, tarkkailulogiikan automaattinen generointi ja hälytysten kutsut sekä se, että muutokset päivittyvät automaattisesti SIMATIC HMI -laitteille kolmella kielellä. Lisäksi hälytystekstit luodaan automaattisesti projektissa olevasta informaatiosta. Target 1500S mahdollistaa malli-pohjaisen suunnittelun MATLAB- ja Simulink-ohjelmistoilla SIMATIC -logiikoille. Simatic Visualization on tarkoitettu käyttöliittymien generointiin Step7 -käyttjäohjelman perusteella. (Siemens 2017f.)

Lisäksi Tia portal V14 sisältää Cloud Connectorin, joka tarjoaa yhteyden PC:n paikallisiin liitännöihin ja saavutettaviin SIMATIC -laitteisiin, Runtime-otiot, jotka ovat versioriippumattomia, sekä WinCC/WebUX -option WinCC Professional -valvomolle, jolla voidaan valvoa ja ohjata tehtaan prosesseja mobiililaitteilla Internetin tai Intranetin kautta (Siemens 2017f.).

6.3 Konfigurointi

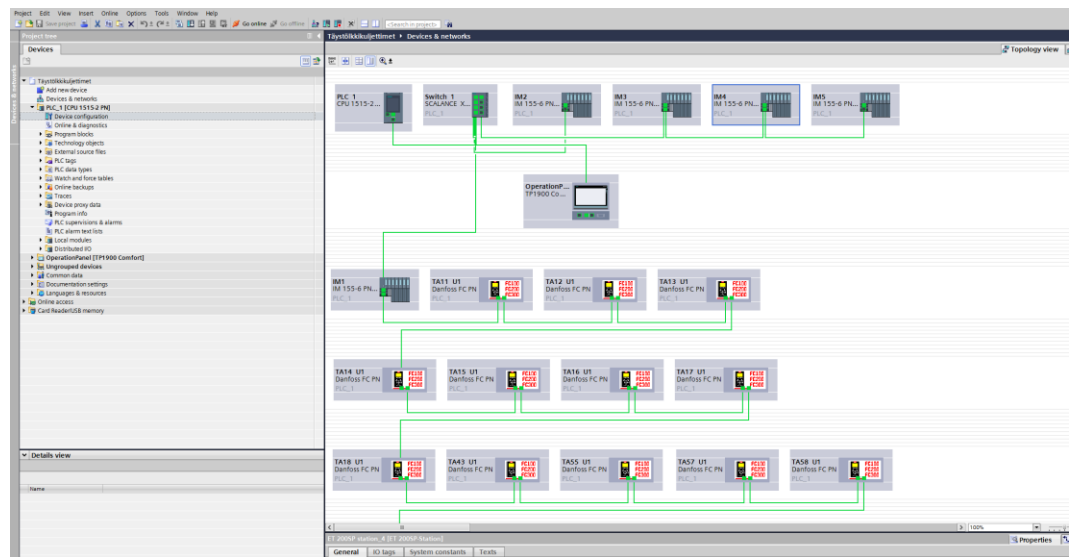
Konfiguroinnissa määritellään automaatiojärjestelmässä käytettyjen ohjauslaitteiden tyypit ja väylä. Kaikki laitteet liitetään väylään väyläkaavio-näkymässä. Online-tilassa voidaan tarkastella, toimiiko väylä oikein. Ohjelma indikoi vääriin toimivaa väyläliitännää punaisella värillä. Väyläkaaviossa määritellään jokaisella laiteella IP-osoite. Kuvassa 9 on projektin väyläkaavio-näkymä.



KUVA 9. Konfigurointi, väyläkaavio-näkymä

Konfiguroinnin tärkeäksi piirteeksi muodostui myös topologia-näkymä, jossa määritellään väylässä olevien laitteiden järjestys. Topologia-näkymä on tärkeää määritellä rakenteeltaan täysin samanlaiseksi kuin laitteiden fyysinen väylä on tehty. Kun ohjelma ladataan ensimmäisen kerran logiikkaan, osaa ohjelma nimetä laitteet ja antaa laitteille IP-osoitteet topologia näkymän mukaisesti. Mikäli topologia näkymä poikkeaa väylän todellisesta rakenteesta, eivät IP-osoitteet määräydy oikeille laitteille ja ne

pitää määrittää manuaalisesti uudelleen. Tämä voi olla työlästä, mikäli väylässä on monia laitteita. Kuvassa 10 on projektin topologia-näkymä.



KUVA 10. Konfiguointi, topologia-näkymä

6.4 Logiikka koodi

Logiikkaohjelman toimintalohkoja (FC) kutsutaan organisaatioyksikkölohkossa (OB). Tämä on pääohjelma, jossa kutsutaan kaikkia logiikkaohjelmaan kirjoitettuja aliohjelmia.

Logiikkaohjelman kuljettimien ohjauksen toimintalohko on rakennettu sekvenssiperiaatteella. Prosessin edetessä asettaa ohjelma sekvenssin tilaksi eri arvoja. Eri arvojen tullessa voimaan suoritetaan ohjelmassa eri toimintoja. Käynnistys-painikkeen painaminen käynnistää prosessin ja asettaa sekvenssin arvoksi 10. Tämä ei vielä käynnistä yhtään kuljetinta, vaan ohjelma siirtyy tarkastelemaan, ovatko kuljettimien käynnistämisen vaativat ehdot tosia. Mikäli ohjelma havaitsee, että alueen 1 käynnistys ehdot täyttyvät, kasvatetaan sekvenssin arvoa. Seuraavaksi ohjelma antaa äänimerkin kuljettimien käynnistymisen merkiksi ja käynnistää ajastimen, joka ajastaa käynnistysviiveen. Ajastimeen asetetun ajan kuluttua loppuun muuttaa sekvenssi arvoaan ja käynnistää alueen 1 kuljettimet. Ohjelma jää odottamaan alueen 2 käynnistysehtojen täyttymistä. Kun ehdot ovat tosia, asetetaan sekvenssiin lopullinen arvo, joka sallii täyden automaattiajon.

Tällöin kaikki kuljettimet käyvät omien kuljetin kohtaisten ehtojensa puitteissa. Seis-painikkeen painaminen tai kuljettimien käyntiluvan muuttuminen epätodeksi asettaa sekvenssin arvoksi nolla, joka pysäyttää prosessin.

Jokaiselle toimilaitteelle on tehty oma toimintalohko (FC). Moottoreiden toimintalohkoissa määritellään moottorikohtaiset käynnistys ehdot ja reseptikohtaiset nopeudet. Moottoreiden toimintayksikkölohko (FB), jota kutsutaan erikseen jokaisen moottorin toimintalohkossa, tehtiin Siemensin Sinamics -taajuusmuuttajan ohjaukseen tehdyn toimintayksikkölohkon pohjalle. Lohko ei sopinut suoraan sellaisenaan Danfoss -taajuusmuuttajan ohjaukseen. Toimintayksikkölohkon tila- ja ohjaussanan bittejä uudelleen järjestämällä ja muutaman virtapiirin uudestaan kirjoittamisella saatiin lohkoista Danfoss -taajuusmuuttajan ohjaukseen soveltuva.

6.5 Käyttöliittymä

Käyttöliittymä on kuvattu kuvassa 11. Ohjauspaneeliksi valikoitui asiakkaan toiveesta Siemensin 19 -tuumainen Comfort Touch panel. Paneelin alapuolelle on sijoitettu linjan käynnistys- ja pysäytys-painikkeet sekä hätäseis-painike ja hätäseis-kuittauspainike. Paneelin vikaantumisen varalta tehtiin myös reseptin ja pakkauskoneen valinnat vääntökytkimistä ohjattaviksi. Paneelin alapuolella on siis myös kaksi vääntökytkintä, joista toisella valitaan linjalla ajettava resepti ja toisella pakkauskone. Näin ollen linjan ajaminen on täysin mahdollista, vaikka paneeli ei olisikaan toiminnassa. Paneelin yläpuolelle on sijoitettu kaksi merkkivaloa. Vihreällä merkkivalolla indikoidaan käyttäjälle, että linja on käynnissä. Vihreän merkkivalon vilkkuminen kertoo siitä, että linja on käynnissä mutta kuljettimilla on havaittu tölkkien ruuhkautumistilanne. Punaisella merkkivalolla indikoidaan vikatilanteista, jotka vaativat toimenpiteitä operaattorilta tai huoltohenkilöltä. Näitä ovat esimerkiksi hätäseis-releen toiminta, tölkkien jumiutuminen tai taajuusmuuttajan vikaantuminen.

Hälytyksien nollaaminen on mahdollista myös pitämällä seis-painiketta painettuna viiden sekunnin ajan. Näin hälytykset voidaan myös kuitata, vaikka paneeli ei olisikaan toiminnassa. Myös kentälle ratojen läheisyyteen on sijoitettu painonappeja sekä merkkivaloja. Haarautuvien kuljettimen jälkeen sijaitsee kuljettimien molemmiin puolin seis-painike, jonka painaminen pysäyttää haarojen kuljettimet sekä niiden edellä ja jäljessä olevat kuljettimet. Kuljettimet saadaan uudelleen käyntiin kuittaus-painikkeista, jotka sijaitsevat haarojen alkupään kuljettimien läheisyydessä tai ohjauspaneelilta. Kuittaus-painikkeita on sijoitettu linjaston kummallekin puolelle kaksi kappaletta. Toisesta käynnistetään vasemman ja toisesta oikean puolen kuljettimet. Painikkeista on myös mahdollista kuitata mahdollinen tölkkitukos sekä pysäyttää kuljettimet, joilla tölkkitukos odotettavimmin esiintyy. Painikkeessa on myös merkkivalo, jonka vilkkumisella indikoidaan käyttäjälle tölkkitukos tilannetta sekä yhtäjaksoisella palamisella, että kuljettimet on pysäytetty. Kuljettimilla on myös useampia merkkivaloja, jotka vilkkuvat tölkkitukoksen merkiksi.

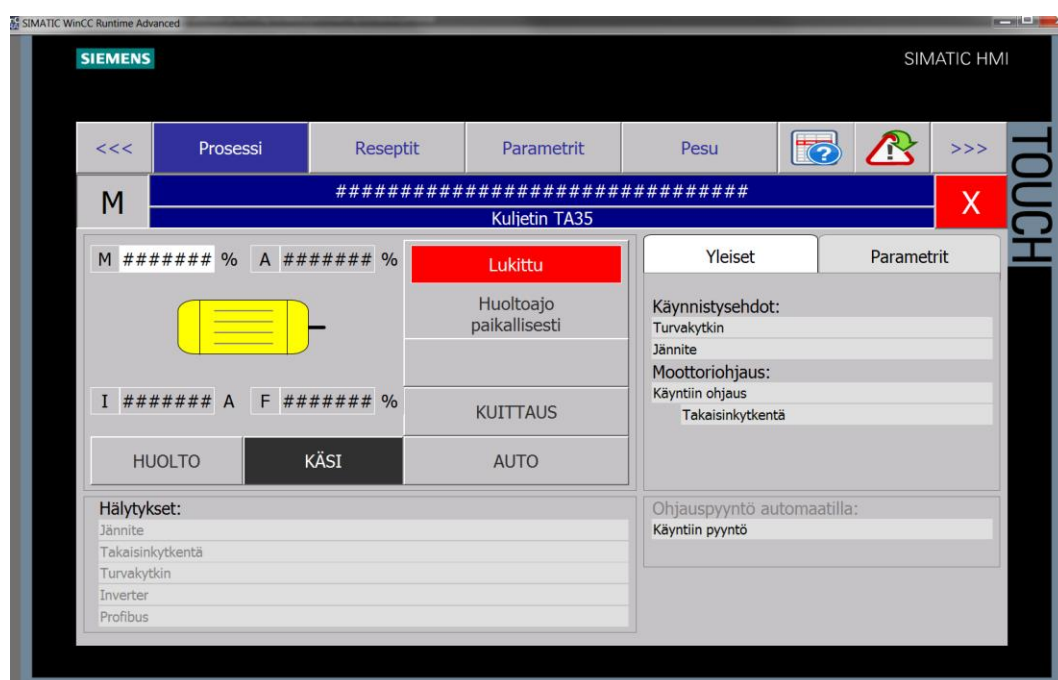


KUVA 11. Ohjauskotelo OP1

6.6 Paneeliohjelma

Projektissa ohjauspaneeliksi valittiin Siemensin 19 -tuumainen Comfort Touch Panel. Simatic HMI -kosketusnäyttöjen kosketuselementit on tehty vaativiin teollisuusolosuhteisiin. Kosketusnäytöissä käytetään analogista resistiivistä näyttötekniikkaa, jolloin likaantuminen tai se, millä näyttöä kosketetaan, ei vaikuta operointiin. Comfort -paneelien kuvasuhde on 16:9, niissä on korkea resoluutio ja 16 miljoonaa väriä. (Siemens 2017c.)

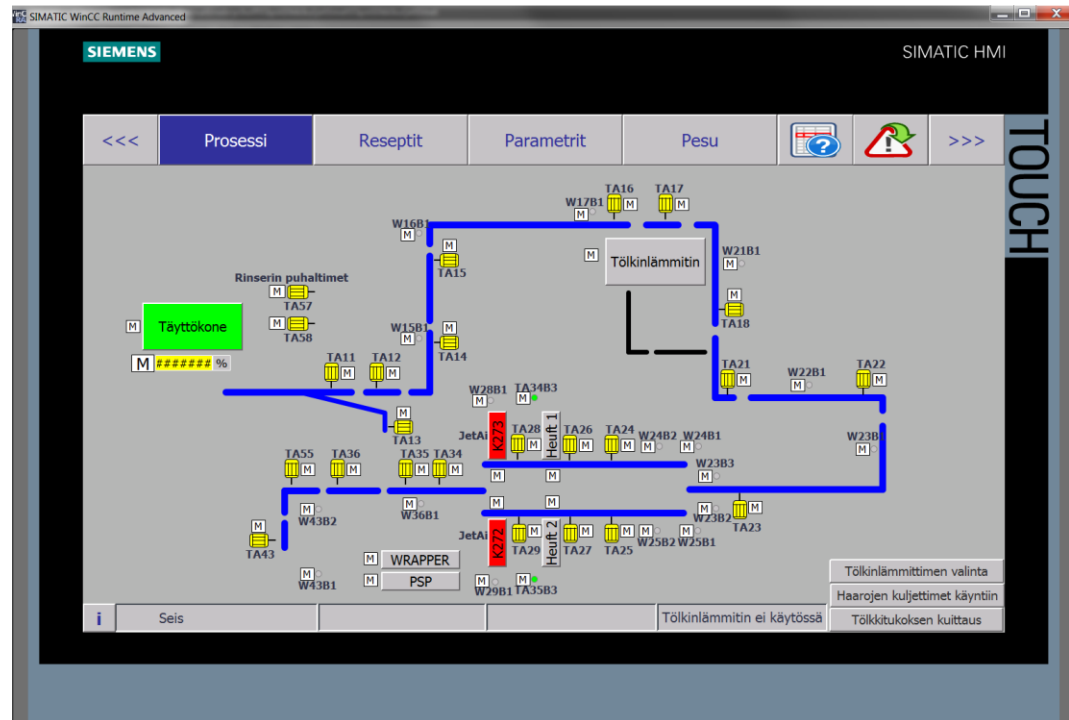
Paneeliohjelman pääsivulla kuvataan prosessikaavio, johon on sijoitettu mahdollisimman paljon informaatiota prosessin tilasta. Pääsivu esitetään kuvassa 13. Prosessin tilaa indikoidaan värein ja tekstein. Jokaista moottoria ja anturia on mahdollista ohjata manuaalisesti paneelin pääsivulta. Tämä tapahtuu valitsemalla kyseinen toimilaite, jolloin laitteen hallintasivu avautuu paneelille. Hallinta sivu esitetään kuvassa 12.



KUVA 12. Paneeliohjelma, moottorinohjaus

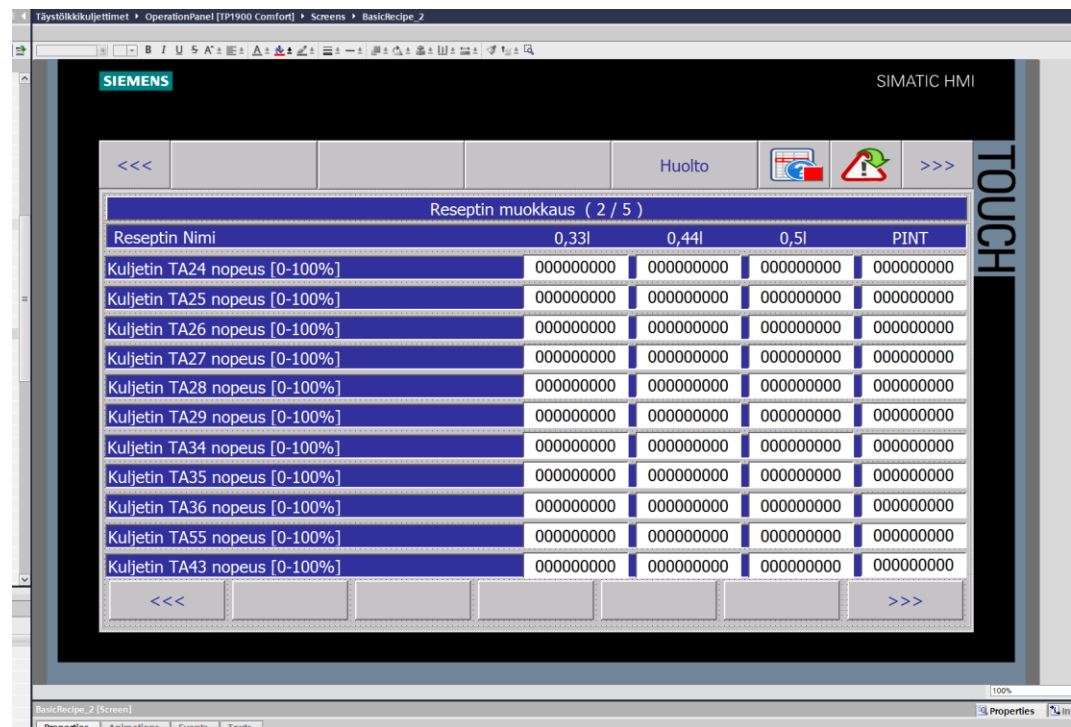
Valikoidut vikatilanteet ilmoitetaan myös paneelin pääsivulla. Mikäli hätäseis-painiketta painetaan, ilmestyy painikkeen kuva ja positiotunnus prosessikaavioon siihen kohtaan, missä painike kentällä sijaitsee. Tölkkien ruuhkautumista, jumiutumista sekä ratojen pysäyttämistä ilmoitetaan

myös paneelin pääsivulla. Pääsivulla on kuvattu kaikki prosessin laitteet. Laitteet, joita ei hallita kuljettimien käyttöliittymästä ovat käteltäviä. Paneelisivulta pääsee tarkastelemaan ja tarvittaessa manuaalisesti ohjaamaan laitteen kättelytietoja valitsemalla haluttu laite, jolloin paneelille ilmestyy kättelytiedot näyttävä ikkuna.



KUVA13. Paneeliohjelma, pääsivu

Prosessissa ajetaan neljää eri tölkkikokoa, joten paneelilta on valittavissa neljä erilaista reseptiä. Reseptiikan yksinkertaisuuden vuoksi kaikki reseptit näytetään samalla paneelisivulla ja ajoon valittua reseptiä indikoidaan värein. Reseptin muokkaussivu esitetään kuvassa 14. Valitun reseptin sarake muuttuu eriväriseksi muiden sarakkeiden kanssa, kun kyseinen resepti on valittuna ajoon. Reseptejä voidaan myös muokata samaiselta paneelisivulta ja tehdyt muutokset tulevat käyttöön välittömästi. Erillisiä lataus- tai tallennustoimenpiteitä ei vaadita. Resepteissä määritellään jokaisella kuljettimelle reseptikohtainen nopeus ja osalle kuljettimista on mahdollista määrittää myös kiihdytys- ja hidastusnopeudet, näitä toimenpiteitä vaativissa tilanteissa. Ajossa oleva resepti valitaan ainoastaan paneelin alla olevasta vääntökytkimestä.



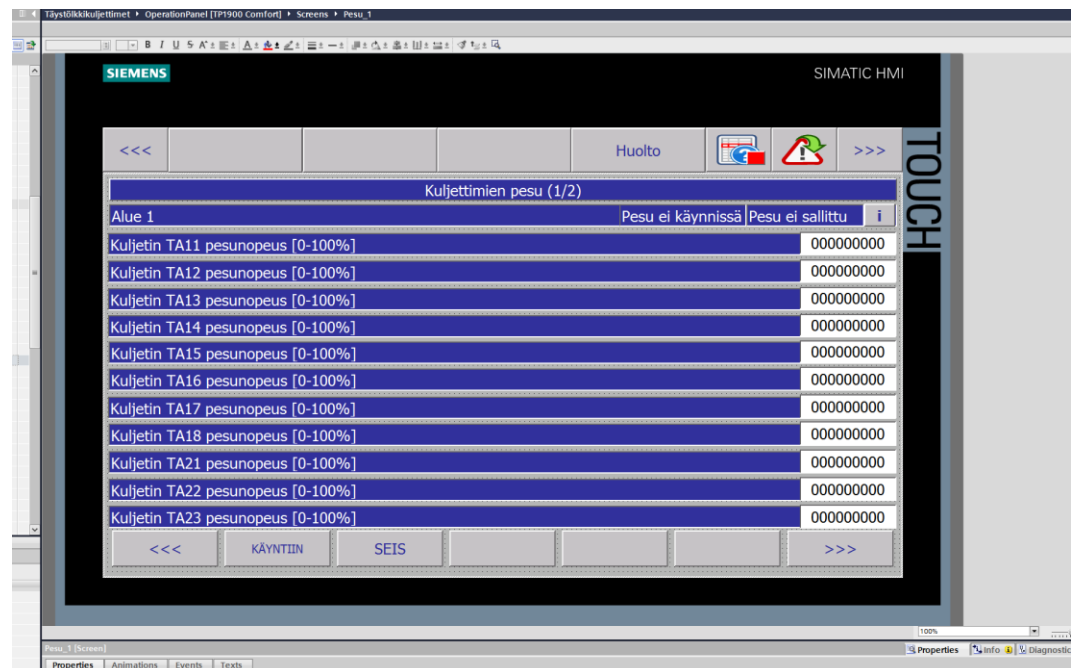
KUVA 14. Paneeliohjelma, reseptin muokkaus

Ohjauspaneelilta on myös mahdollista muokata prosessin muita parametreja. Antureiden veto- ja päästöviiveitä on mahdollista muokata anturikohtaisesti paneelin pääsivulta avaamalla kyseisen anturin hallintasivu. Muita parametreja varten löytyy paneelilta parametrien hallintasivu. Parametrien hallintasivu esitetään kuvassa 15. Kyseiseltä sivulta on mahdollista muokata prosessin eri parametrien arvoja. Näitä arvoja ovat esimerkiksi ohjelmassa käytettyjen ajastimien aika-arvot.



KUVA 15. Paneeliohjelma, parametrit

Kuljettimien pesua varten tehtiin myös oma paneelisivu, jossa määritellään kuljettimien nopeudet pesun aikana. Pesusivu esitetään kuvassa 16. Prosessin kuljettimet on jaettu kahteen alueeseen. Pesutila voidaan ohjata päälle aluekohtaisesti. Käsky aloittaa pesu tulee pesulaitteelta, jolloin ohjelma käynnistää pyydetyn alueen kuljettimet pyörimään annettua pesunopeutta. Pesun ollessa päällä automaattiajtoa ei ole mahdollista käynnistää eikä päinvastoin.



KUVA 16. Paneeliohjelma, pesusivu

Paneeliohjelmassa on prosessin hallintasivujen lisäksi hälytyssivu, joka näyttää aktiiviset hälytykset. Hälytykset on mahdollista kuitata paneelilta hälytysten kuittaus-painikkeesta tai pitämällä seis-painiketta vaikuttuneena viiden sekunnin ajan. Paneelin huoltosivulta, nähdään paneelin kellonaika ja hälytyshistoria. Huoltosivulta on myös mahdollista asettaa paneeli näytön puhdistustilaan, jonka aikana paneeli ei reagoi kosketukseen.

7 KÄYTTÖÖNOTTO

7.1 Käyttöönoton valmistelut

Projektissa käyttöönottoa helpotti se, että keskusta ja käyttöliittymää oli mahdollista testata etukäteen Esyssin tuotantotiloissa. Kuvassa 17 keskukset ovat testattavina. Taajuusmuuttajien parametointi oli myös mahdollista suorittaa etukäteen, jonka ansiosta käyttöönotossa olevaa rajallista aikaa saatiin säästettyä. Esyssillä oli myös käytössä testaukseen tarkoitettu sähkömoottori, jolla oli mahdollista todentaa taajuusmuuttajien parametroinnin onnistuneen. Kaikki anturit sekä kättelytietojen tulot ja lähdöt oli mahdollista asettaa manuaalisesti 0 tai 1 tilaan ohjauspaneelilta. Näin voitiin seurata, käynnistyivätkö oikeat moottorit valituilla ehdoilla automaattiajon ollessa valittuna. Myös profinet-väylä saatiin testattua kokonaisuudessaan jo ennen keskusten siirtoa Sinebrychoffin tiloihin.



KUVA 17. Keskuksen testaus Esyssillä

7.2 Käyttöönoton haasteet

Sähköjen päälle kytkemisen jälkeen oli käyttöönotossa vuorossa väylän pystytys. Väylän kanssa ilmeni ongelmia, sillä keskuksessa sijaitsevaan hajautusyksikköön ei saatu yhteyttä. Tämän seurauksena eivät myöskään hajautusyksikön perään liitettyihin taajuusmuuttajiin saatu väylän kautta yhteyttä. Ohjelma indikoi väärin toimivaa väyläliitäntää muuttamalla ethernet-kytkimen ja hajautusyksikön välisen väyläyhteyden punaiseksi. Muuta informaatiota häiriön syistä ei ohjelmasta saatu.

Melko pian saatiin selvyys siitä, että vika sijaitsee hajautusyksikössä. Tämä saatiin selville yrittämällä ratkaista ongelmaa vaihtamalla väyläkaapeli, joka ei tuottanut tulosta sekä yrittämällä saada yhteys hajautusyksikköön, liittämällä se suoraan ethernet-kaapelilla pc:hen. Yhteyttä ei saatu aikaan. Jännitemittauksessakaan ei ilmennyt mitään poikkeavaa. Kun hajautusyksikönkään vaihtaminen ei auttanut, ruvettiin hajautusyksikön perässä olevia tulo- ja lähtö kortteja poistamaan ryhmästä yksitellen. Vihdoin yhden tulokorteista poistaminen tuotti tulosta ja hajautusyksikköön saatiin yhteys. Korttia tarkemmin tarkasteltaessa selvisi, että liitin jolla kortti liitetään korttipohjaan, oli vioittunut. Kortin liittimestä kaksi pinniä oli vääntynyt siinä vaiheessa, kun keskuksia oli uudelleen kasattu kuljetuksen jäljiltä.

Seuraavaksi haasteeksi käyttöönotossa ilmeni moottorien ohjauslohkon sopimattomuus Danfoss -taajuusmuuttajille. Taajuusmuuttajien kiihdytys- ja hidastusramppien ollessa pitkiä, ei takaisinkytkentätietoa saatu riittävän nopeasti. Tätä ei ollut huomattu testausvaiheessa, sillä moottorikohtaiset hidastus- ja kiihdytsrampit eivät olleet olleet tiedossa.

Moottorinohjauslohko tarkastelee eroavuutta moottorin nopeuden oloarvon ja asetetun nopeusarvon välillä. Mikäli oloarvo ei vastaa riittävän tarkasti asetettua arvoa, takaisinkytkennän viiveajan kuluttua moottorin käynnistämisestä, ilmoittaa taajuusmuuttaja takaisinkytkentävirheestä. Tämä saatiin kuitenkin ratkaistua moottorinohjauslohkoa muuttamalla. Lohkoa muutettiin niin, että takaisinkytkentätieto annetaan jo siinä vaiheessa kun, moottorin pyörimisnopeuden oloarvo on suurempi kuin 0

Hz. Tällöin taajuusmuuttajan pitkät käynnistys ja hidastus rampit eivät aiheuta takaisinkytkentävirhettä.

Koska linjastosta ei ollut modernisoinnissa hyödynnettävää esimerkkiohjelmaa, vaan logiikkaohjelma oli tehty omieni ja asiakkaan havaintojen perusteella, ilmeni käyttöönotossa paljon lisäyksiä ja muutoksia ohjelmaan. Käyttöönotossa löytyi myös linjastolta useampia antureita, joista ei ollut tietoa vielä sähkösuunnittelu- eikä ohjelmointivaiheessa. Käyttöönottoon oli kuitenkin varattu riittävästi aikaa, joten muutokset ja lisäykset saatiin ongelmitta tehtyä ohjelmaan. Vasta linjaston pidempi aikainen seuraaminen antaa todellisen kuvan sen toiminnasta ja paljastaa mahdolliset kehittämisen tarpeet, joten muutoksia voidaan joutua tekemään ohjelmaan vielä jatkossakin.

7.3 Operaattorien koulutus

Operaattoreita varten laadittiin käyttöohje, jossa on eritelty jokaisen painikkeen ja kytkimen toiminta sekä merkkivalojen merkitykset. Käyttöohje esitetään liitteessä 1. Käyttöohjeessa ilmenee myös, mitä ohjauspaneelin eri sivuilta on nähtävissä ja mahdollista hallita. Suurin osa paneelilta muutettavista parametreista asetettiin salasanan taakse. Operaattoreiden koulutustilaisuus pidettiin lyhyenä. Siellä käytiin läpi kahden ohjelmointiin perehtyneen henkilön kanssa, miten ohjelma on rakennettu ja mitä ohjauspaneelilta voidaan ohjata ja muuttaa.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyötä tehdessä sain hyvän käsityksen siitä, mitä kokonaisvaltainen automaatioprojekti pitää sisällään. Suoritin ja vastasin projektista itsenäisesti hyödyntäen tarvittaessa Esys -organisaation ammattiosaamista ja tukea. Projekti piti sisällään täystölkikukuljettimien modernisoinnin sähkösuunnittelun, ohjelmoinnin ja käyttöönoton. Projektin toteutus aloitettiin sähkösuunnittelulla marraskuussa 2016. Työtunteja projektiin kului yhteensä noin 350 tuntia. Ohjelmointiosuus aloitettiin vuodenvaihteessa. Projektin viimeinen osuus oli käyttöönotto, joka suoritettiin Sinebrychoffilla ajankohtana, jolle sijoittui kahden viikon mittainen tuotannon seisakki. Tuotannon seisakki sijoittui vuoden 2017 helmikuun lopulle.

Projektin tavoitteena oli uusia linjaston sähköistys ja sähkösuunnittelun dokumentointi, logiikka- ja käyttöliittymäohjelmointi sekä käyttöönotto ja operaattoreiden koulutus. Modernisointi tuli hoitaa sovitussa aikataulussa. Käyttöliittymän suunnittelussa tavoiteltiin selkeyttä ja yksinkertaisuutta. Paneeliohjelmasta tehtiin siis mahdollisimman helppokäyttöinen. Tavoitteet täyttyivät, ja asiakas oli tyytyväinen lopputulokseen.

Henkilökohtaiset tavoitteeni olivat oppia käyttämään minulle entuudestaan tuntematon ohjelmointiin tarkoitettua ohjelmaa. Kyseinen ohjelma oli Siemensin Tia Portal v14, joka on tähän mennessä ollut vasta vähäisessä käytössä Esysin ohjelmoitsijoiden keskuudessa. Koska projekti oli laaja ja moniosainen, oli tavoitteenani myös oppia hyödyntämään Esys -organisaatiota projektin erivaiheissa, ja täten saamaan aikaan parhaan mahdollisen lopputuloksen. Myös henkilökohtaiset tavoitteeni täyttyivät.

Sähkösuunnittelu sisälsi sähkökuvien piirtämisen ja layout-suunnittelun. Lisäksi sähkösuunnitteluun sisältyi tarvittavien materiaallistojen luominen. Koska kyse oli modernisointiprojektista, sisältyi sähkösuunnitteluun myös lähtötietojen selvittely paikan päällä, vanhaa keskusta tutkimalla. Projektissa uusittiin sähkökeskuksen lisäksi kentälle sijoitettavat,

hajautetun I/O -yksikön sisältävät, kenttäkotelot, ohjauskotelo sekä hätäseis-piiri.

Ohjelmointiosuudessa tehtiin kuljettimia ohjaava logiikkaohjelma ja paneeli ohjelma uudestaan Siemensin uusimmalla ohjelmointiin tarkoitetulla työkalulla. Alkuperäinen ohjelma oli tehty Siemensin Step 5 -ohjelmistolla sekä kommentoitu osittain saksan, osittain ruotsin ja osittain suomen kielellä, joten siitä ei ollut ohjelman uudelleen kirjoitusvaiheessa juurikaan apua. Tästä johtuen minulle selvisi vasta käyttöönotossa joitakin oleellisia ominaisuuksia linjaston automaattisen toiminnan kannalta. Käyttöönotossa saatiin kuitenkin nopeasti selville linjaston alkuperäinen toimintakuvaus ja linjasto saatiin toimimaan toivotulla tavalla. Täystölkkiikuljetin linjasto on lähes päivittäisessä ajossa Sinebrychoffin tuotantotiloissa.

LÄHTEET

Cads Planner 2017 a. Cads Electric [viitattu 1.2.2017] Saatavissa:

<http://cads.fi/fi/Tuotteet/S%C3%A4hk%C3%B6%20ja%20automaatio/>

Cads Planner 2017 b. Piiri- ja johdotuskaaviot [viitattu 1.2.2017]

Saatavissa:

<http://cads.fi/fi/Tuotteet/S%C3%A4hk%C3%B6%20ja%20automaatio/K%C3%A4ytt%C3%B6tarkoitus/Piiri-%20ja%20johdotuskaaviot/>

Esys Oy 2017a. Keskusvalmistus [viitattu 1.2.2017]. Saatavissa:

<http://esys.fi/fi/palvelut/keskusvalmistus>

Esys Oy 2017b. Suunnittelupalvelut [viitattu 1.2.2017]. Saatavissa:

<http://esys.fi/fi/palvelut/suunnittelupalvelut>

Esys Oy 2017c. Yritys [viitattu 1.2.2017]. Saatavissa: <http://esys.fi/fi/yritys>

Malm, T. 2013. Koneen turvallisuusvaatimusten kehittyminen

käyttöön otosta nykyhetkeen [viitattu 12.4.2017] Saatavissa:

<http://promaintlehti.fi/Turvallisuus-ja-ymparisto/Koneen-turvallisuusvaatimusten-kehittyminen-kayttoonotosta-nykyhetkeen>

Malm, T. & Venho-Ahonen, O. 2010. Automaatiouusintojen turvallisuus konejärjestelmissä [viitattu 12.4.2017] Saatavissa:

<http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2010/VTT-R-04369-10.pdf>

Siemens 2017a. Hajautettu I/O (ET 200) [viitattu 7.3.2017] Saatavissa:

http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/hajautettu_io_et200.php

Siemens 2017b. Profinet [viitattu 7.3.2017] Saatavissa:

http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/teollinen_tiedonsiirto_esim_profinet/profinet.htm

Siemens 2017c. SIMATIC MHI – kosketusnäytöt [viitattu 3.7.2017]

Saatavissa:

http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/kayttoliittymat/operointipaneelit/kosketusnaytot.php

Siemens 2017d. TIA Portal V14 – portti digitaaliseen tehtaaseen [viitattu 20.2.2017]. Saatavissa:

http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuus/tuoteuutiset/tia_portal_v14_portti_digitaaliseen_tehtaaseen.htm

Siemens 2017e. TIA Portal - teollisuusautomaation ohjelmistoalusta [viitattu 20.2.2017]. Saatavissa:

http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/tia_portal.php

Siemens 2017f. TIA Portal V14:n uudet optiot ovat portti digitaaliseen tehtaaseen [viitattu 20.2.2017]. Saatavissa:

http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuus/tuoteuutiset/tia_portal_v14n_uudet_optiot_ovat_portti_digitaaliseen_tehtaaseen.htm

Sinebrychoff 2017. Sinebrychoff lyhyesti [viitattu 17.2.2017]. Saatavissa:

<https://sinebrychoff.fi/yhtioe/lyhyesti/>

Sundquist, M. 2010. Turvallisuusvastuut koneiden modernisoinnissa – eurooppalaiset turvallisuusvaatimukset [viitattu 12.4.2017] Saatavissa:

http://www.metsta.fi/www/koneturvallisuuden_teemasivut/artikkelit/2010_nro_008.pdf

Pilz 2017. Emergency Stop Relays, Safety Gate Monitors [viitattu 2.3.2017] Saatavissa:

<http://www.alliedelec.com/m/d/8f2ac6dac00b4cb9c63fd21287119bd6.pdf>

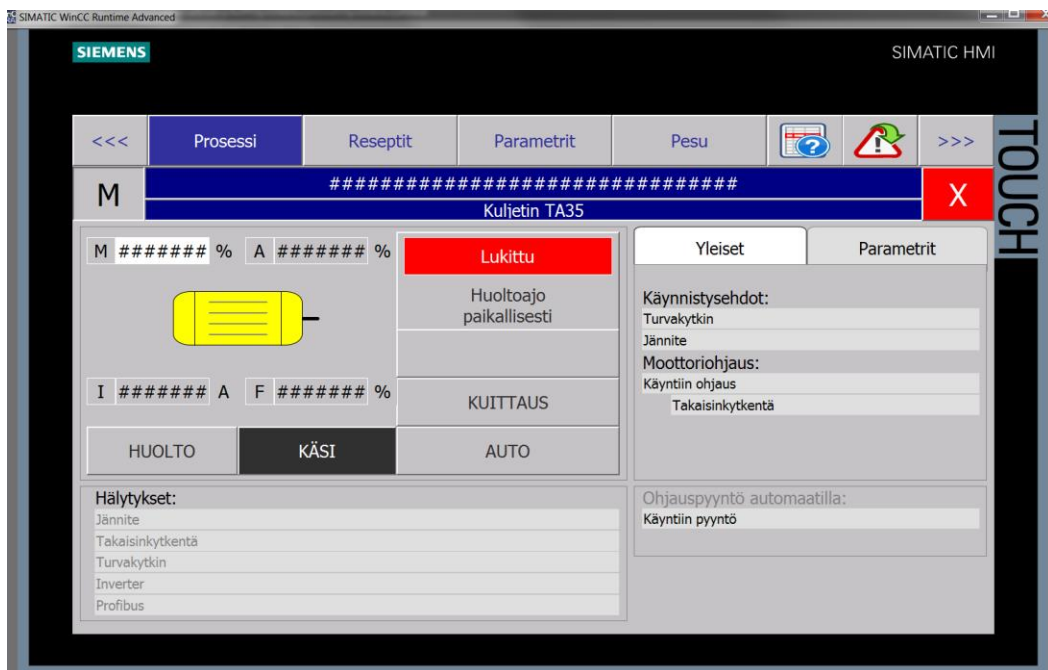
LIITTEET

LIITE 1. Käyttöohje

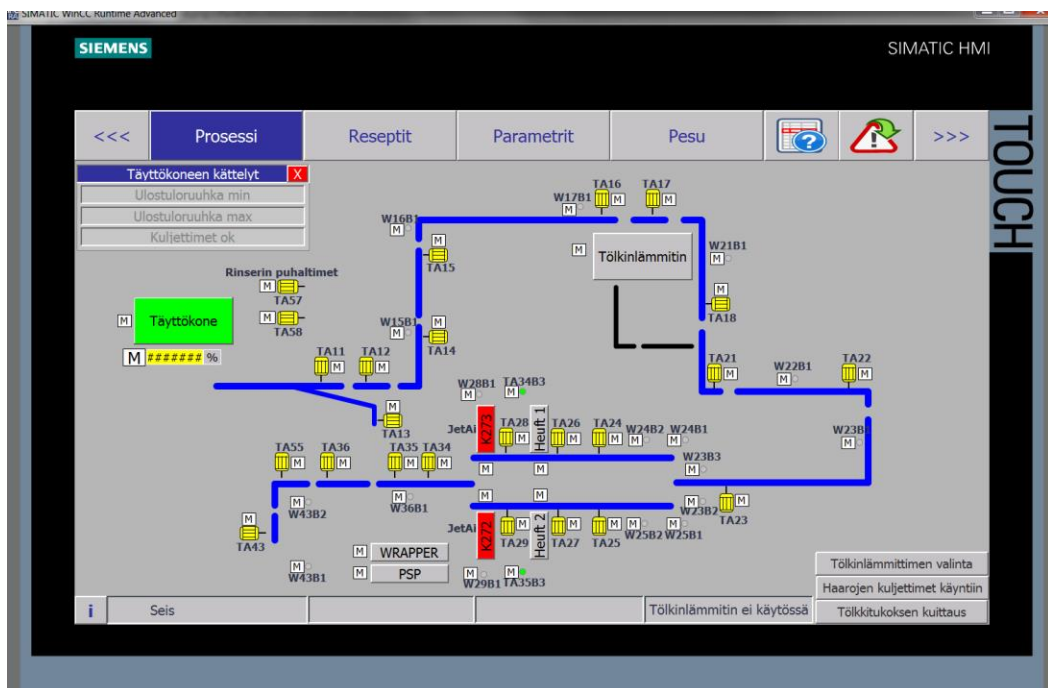
Täystölkki-kuljettimet KS410

Ohjauskotelo:

1. Automaattiajo käynnistetään käynnistys-painikkeesta
 - Käynnistys-painikkeesta käynnistetään vain automaattiajo.
 - Pääsivulla olevasta info-painikkeesta, ilmestyy näytölle lista prosessin käynnistys ehdoista. Mikäli kaikki ehdot ovat vihreinä, voidaan prosessi käynnistää.
 - Mikäli kuljettimia halutaan ajaa huolto- tai käsiajolla ne käynnistetään paneelilta moottorikohtaisesta moottorinohjausikkunasta.
 - Kuljettimien pesu käynnistetään Alcontin ohjauspaneelilta. Automaattiajoa ei ole mahdollista käynnistää pesun ollessa päällä ja päinvastoin.
2. Automaattiajo pysäytetään seis-painikkeesta
 - Seis-painikkeen pitäminen painettuna 5 sekunnin ajan kuittaa hälytykset.
3. Reseptin ja pakkauskoneen valinta
 - Resepti ja pakkauskone valitaan ainoastaan paneelin alla olevista vääntökytkimistä. Paneelilla kerrotaan mikä resepti ja pakkauskone on valittu ajoon.
4. Käynnissä-merkkivalo
 - Vihreä käynnissä-merkkivalo paneelin yläpuolella palaa kun automaattiajo on käynnistetty.
 - Vihreä valo vilkkuu tölkkiruuhkaan merkiksi.
5. Häiriö-merkkivalo
 - Punainen häiriö-merkkivalo paneelin yläpuolella palaa kun linjastolla on joku toimenpiteitä vaativa häiriö. Näitä häiriöitä ovat taajuusmuuttajan vikaantuminen, tölkkejä, hätäseis on painettu tai sulakkeissa on häiriö.
 - Punainen valo palaa myös kun joku kuljettimista on asetettu käsi- tai huoltoajolle.
6. Prosessikaavio, paneelin pääsivu
 - Pääsivulla näkyvät prosessin kaikki laitteet ja niiden tilat indikoidaan värein. M kirjain objektin vieressä tarkoittaa että laite on asetettu manuaaliajolle. H kirjain tarkoittaa että laite on asetettu huoltoajolle.
 - Prosessikaavio sivulta pystytään ohjaamaan yksittäisiä kenttälaitteita ja kättelyitä. Koskettamalla paneelilla olevia objekteja aukeaa niiden hallintasivu.
 - Käsiajonopeus asetetaan kohtaan M ja automaattiajonopeus näytetään kohdassa A.



- Täyttökoneen, lämmittimen, tarkastajien ja jet airien tiloja voi tarkastella koskettamalla kyseistä laitetta, jolloin aukeaa lista laitteen kättelyistä. Kättelyitä voi tarvittaessa myös asettaa manuaalisesti pois ja päälle.
- Tölkinlämmittimen valinta-painikkeesta valitaan ajetaanko tölkkejä tölkinlämmittimen läpi vai ei. Mikäli tölkinlämmitin on valittu käyttöön, mutta siihen ei ole kytketty sähköjä päälle, ei automaatioajo käynnisty.



7. Muut sivut

- Reseptit-sivulta asetetaan kuljettimille reseptikohtaiset nopeudet. Neljä ensimmäistä kuljetinta seuraa täyttökoneen nopeutta, joten näiden nopeus annetaan kertoimena täyttökoneen nopeuteen.
- Parametrit-sivulta on määriteltävissä eri ajastimien aika-arvoja.
- Pesu-sivulta asetetaan kuljettimille nopeudet, joilla kuljettimia ajetaan pesun aikana.
- Hälytykset-sivulla näytetään aktiiviset hälytykset, hälytykset kuitataan hälytysten kuittaus-painikkeesta, joka on hälytyssivu-painikkeen vieressä paneelin oikeassa yläkulmassa.

Painikkeet kentällä:

8. Haarojen kuljettimien seis-painike

- Painikkeet sijaitsevat kuljettimien TA34 ja TA35 läheisyydessä ratojen molemmiin puolin. Painike pysäyttää haarojen kuljettimet.
- Kuljettimet voidaan uudelleen käynnistää paneelilta haarojen kuljettimet käyntiin-painikkeesta tai painamalla 3 sekunnin ajan TA26 ja TA27 luona sijaitsevia kuittauspainikkeita.

9. Kuittaus-painikkeet

- Sijaitsevat ratojen TA26 ja TA27 läheisyydessä.
- Painallus pysäyttää kuljettimen TA26 (oikealla) tai TA27 (vasemmalla).
- Kuittaus-painikkeen pitäminen painettuna 3 sekunnin ajan käynnistää kuljettimen uudestaan.
- Valon vilkkuessa on kyseisellä kuljettimella tölkki jumissa. Tölkkejumi kuitataan painamalla kyseistä painiketta kerran tai paneelilta tölkkitukoksen kuittaus-painikkeesta.
- Valon palaessa yhtäjaksoisesti on kuljetin pysäytetty.
- Kuljettimien tyhjäksi ajo käynnistetään painamalla kuittaus-painiketta 6 sekunnin ajan.